

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(54) PITCH PERIOD EXTRACTING DEVICE

(11) 5-265490 (A) (43) 15.10.1993 (19) JP

(21) Appl. No. 4-92326 (22) 19.3.1992

(71) KAWAI MUSICAL INSTR MFG CO LTD (72) SEIJI OKAMOTO

(51) Int. Cl^s. G10L9/08, G01H3/00, G10H1/00

PURPOSE: To provide the pitch period extracting device which can extract a pitch period at a high speed although the constitution is inexpensive and simple.

CONSTITUTION: This device consists of an arithmetic means 12 which extracts a specific period of a digital musical sound signal obtained by sampling an analog musical sound signal at specific time intervals and finds and cumulates differences between digital musical sound signals at a distance of each time difference in the specific section, a minimum peak detecting means 13 which detects a minimum peak position according to values corresponding to the respective time differences cumulated and added by the arithmetic means 12, and a pitch period arithmetic means 14 which calculates the pitch period from information showing the minimum peak position detected by the minimum peak detecting means 13.



a: digital musical sound signal, b: pitch period output

(54) CODE EXCITED LINEAR PREDICTIVE ENCODER AND DECODER

(11) 5-265492 (A) (43) 15.10.1993 (19) JP

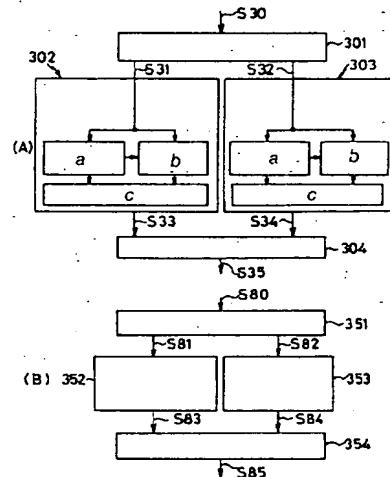
(21) Appl. No. 3-62906 (22) 27.3.1991

(71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) ATSUSHI FUKAZAWA(2)

(51) Int. Cl^s. G10L9/14, G10L7/04, G10L9/18

PURPOSE: To provide the code excited linear predictive encoder and decoder which have high quality even if the encoding rate is low.

CONSTITUTION: A band divider 301 divides a speech signal into plural bands and supplies the signal to code excited linear predictive encoding parts 302 and 303 by the bands. Vocal track parameter predictors 302a and 303a which utilize an instantaneous MEM method are incorporated in the respective encoding parts and the speech signals by the bands are encoded and supplied to a multiplexer 304. The multiplexer 304 multiplexes and outputs the encoded speech signals by the bands. A demultiplexer 351 demultiplexes the encoded speech signal into the encoded speech signals by the bands and supplies them to code excited linear predictive decoding parts 352 and 353 by the bands. The decoding parts 352 decodes and supply the encoded speech signals by the bands to an inverse band divider 354. The inverse band divider 354 puts the decoded speech signals by the bands together and outputs the composite signal.



| | | | |
|---|--|---------------|--------|
| (51)Int.Cl. ⁵ G 10 L 9/14 7/04 9/18 | 識別記号 G 8946-5H J 8946-5H G 8946-5H E 8946-5H | 序内整理番号 F I | 技術表示箇所 |
|---|--|---------------|--------|

審査請求 未請求 請求項の数4(全19頁)

(21)出願番号 特願平3-62906

(22)出願日 平成3年(1991)3月27日

(71)出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 深沢 敏司
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72)発明者 瀧澤 由美
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72)発明者 桂川 浩
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

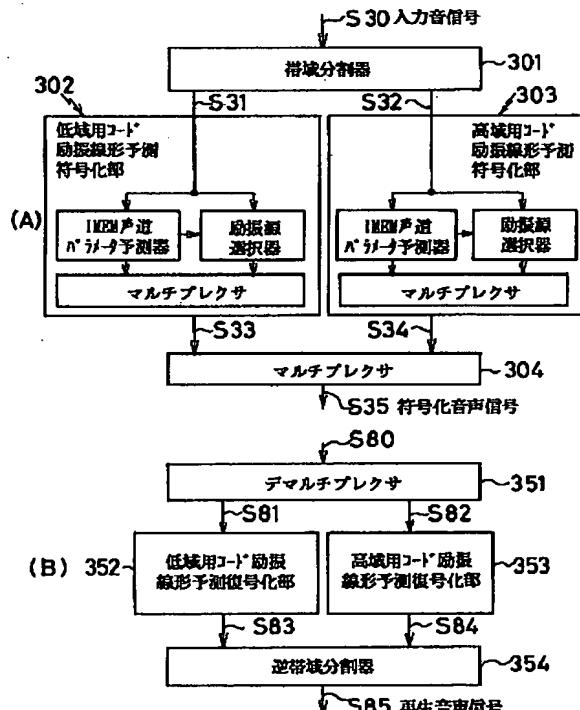
(74)代理人 弁理士 工藤 宣幸 (外2名)

(54)【発明の名称】 コード励振線形予測符号化器及び復号化器

(57)【要約】

【目的】 低符号化レートであっても高品質を実現することができるコード励振線形予測符号化器及び復号化器を実現する。

【構成】 帯域分割器301は音声信号を複数の帯域に分割して帯域別のコード励振線形予測符号化部302, 303に与える。各符号化部は、瞬時化MEM法を利用した声道パラメータ予測器302a, 303aを内蔵し、帯域別の音声信号を符号化してマルチブレクサ304に与える。マルチブレクサは各帯域の符号化音声信号を多重して出力する。デマルチブレクサ351は、符号化音声信号を帯域別の符号化音声信号に分離して帯域別のコード励振線形予測復号化部352, 353に与える。各復号化部は、帯域別の符号化音声信号を復号化して逆帯域分割器354に与える。逆帯域分割器は、帯域別の復号化音声信号を合成して出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力音声信号を複数の帯域に分割する帯域分割手段と、
 声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵する、分割された各帯域毎に設けられた複数の帯域別フォワード型コード励振線形予測符号化手段と、
 上記各帯域別コード励振線形予測符号化手段からの符号化音声信号を多重して、出力する符号化音声信号を得る多重手段とからなることを特徴とするコード励振線形予測符号化器。

【請求項2】 請求項1に記載のコード励振線形予測符号化器が output した符号化音声信号を復号化するコード励振線形予測復号化器において、

入力された符号化音声信号を帯域別の符号化音声信号に多重分離する多重分離手段と、
 分離された各帯域別の符号化音声信号を復号化する複数の帯域別フォワード型コード励振線形予測復号化手段と、

上記各帯域別コード励振線形予測復号化手段からの復号化音声信号を合成する帯域合成手段とからなることを特徴とするコード励振線形予測復号化器。

【請求項3】 入力音声信号を複数の帯域に分割する帯域分割手段と、

声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵する、分割された各帯域毎に設けられた複数の帯域別バックワード型コード励振線形予測符号化手段と、

上記各帯域別コード励振線形予測符号化手段からの符号化音声信号を多重して、出力する符号化音声信号を得る多重手段とからなることを特徴とするコード励振線形予測符号化器。

【請求項4】 請求項3に記載のコード励振線形予測符号化器が output した符号化音声信号を復号化するコード励振線形予測復号化器において、

入力された符号化音声信号を帯域別の符号化音声信号に多重分離する多重分離手段と、

声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵する、分離された各帯域別の符号化音声信号を復号化する複数の帯域別バックワード型コード励振線形予測復号化手段と、

上記各帯域別コード励振線形予測復号化手段からの復号化音声信号を合成する帯域合成手段とからなることを特徴とするコード励振線形予測復号化器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、音声信号をデジタル符号に圧縮符号化するコード励振線形予測符号化器及び圧縮符号を復号化するコード励振線形予測復号化器に関する。

【0002】

【従来の技術】 音声信号を低符号化レートで符号化する方式として、従来、下記文献1に記載されているコード励振線形予測符号化方式が提案されている。

【0003】 文献1『CODE-EXCITED LINEAR PREDICTION(CELP):HIGH-QUALITY SPEECH AT VERY LOW BIT RATE』, Manfred R. Schroeder & Bishnu S. Atal, ICASP-8, pp. 937-940, (1985)』

図2は、入力音声信号自体から声道予測係数を得るフォワード型のコード励振線形予測符号化方式の従来の符号化器の機能ブロック構成を示すものである。

【0004】 この図2に示すように、コード励振線形予測符号化器100は、声道パラメータ予測器101と、マルチプレクサ102と、ターゲット信号合成器103と、声道合成器104と、適応コード選択器105と、適応コードブック106と、加算器107と、統計コードブック108と、統計コード選択器109とから構成されている。

【0005】 アナログ音声信号は、図示しないアナログ/デジタル変換器によってデジタル信号に変換された後、所定サンプル数でなるフレームにまとめられて音声ベクトルS1として声道パラメータ予測器101に与えられる。例えば、8kHzでアナログ音声信号をサンプリングし、40サンプルが1フレームの入力音声ベクトルS1を声道パラメータ予測器101に入力する。声道パラメータ予測器101は、入力音声ベクトルS1に対してLPC分析を行ない、声道パラメータ(LPC係数ベクトル)S2を得る。このようにして得られた声道パラメータS2は、量子化されて声道パラメータ符号S3に変換されてマルチプレクサ102に与えられる。

【0006】 マルチプレクサ102は、声道パラメータ符号S3、後述するように得られた適応コード符号(適応コードインデックス)S4、及び、後述するように得られた統計コード符号(統計コードインデックス)S5を多重して符号化音声信号S11として出力する。この符号化音声信号S11は、記録されたり伝送されたりする。

【0007】 適応コード符号S4及び統計コード符号S5は、以下のような処理によって順次決定される。

【0008】 適応コード符号S4の決定時には、ターゲット信号合成器103、声道合成器104、適応コード選択器105、適応コードブック106及び加算器107が有効に機能する。

【0009】 声道合成器104には、直前フレームで決定された励振コードベクトル(適応コードベクトルS7及び統計コードベクトルS8を加算したベクトル)S6が与えられている。声道合成器104は、この直前フレームの励振コードベクトルS6に対して、現フレームの声道パラメータS2を用いて合成し、得られた合成音声ベクトルS9をターゲット信号合成器103に与える。

【0010】ターゲット信号合成器103には、この合成音声ベクトルS9に加えて、上述した入力音声ベクトルS1及び声道パラメータS2が与えられている。ターゲット信号合成器103は、まず、入力音声ベクトルS1及び声道パラメータS2からLPC残差信号を得た後、LPC残差信号から音声信号ベクトルを求め、この際聴覚特性を考慮して重み付けを施す。次いで、後述する適応コード選択器105の処理の際に、直前フレームの影響が生じるので、この影響分を合成音声ベクトルS9及び声道パラメータS2から生成しておき、上述のように求めた音声信号ベクトルから除去してターゲット信号(ベクトル)S10とする。

【0011】このターゲット信号S10は、適応コード選択器105に与えられる。適応コード選択器105は、このターゲット信号S10をターゲットとして、適応コードブック106に格納されている候補の複数の適応コードベクトルの中から最適な適応コードベクトルS7を決定する。適応コードブック106には、直前の複数フレームの励振コードベクトルS6に基づいて形成された複数の適応コードベクトルが、それぞれインデックスを付されて格納されており、全ての適応コードベクトルが時系列的に又は同時に適応コード選択器105に与えられる。適応コード選択器105は、全ての適応コードベクトルに対して声道パラメータを適用してそれぞれ合成音声ベクトルに変換する。この際にも重み付け処理を行なう。次に、得られた複数の合成音声ベクトルのそれについて、ターゲット信号S10との各成分の差分を得てその差分の2乗平均を得る。そして、このような2乗平均が最小の適応コードベクトルを最適な適応コードベクトルとして定め、最適コードベクトルのインデックスを適応コード符号S4としてマルチプレクサ102に与える。

【0012】次に、統計コード符号S5の決定処理が行なわれる。最適な適応コードベクトルS7を用いて生じる誤差を一段と小さくするため、統計コード符号S5の出力も行なうようになされている。

【0013】最適な適応コードベクトルS7は、加算器107を介して声道合成器104にそのまま与えられる。すなわち、このときには、統計コード選択器109から統計コードベクトルは出力されていない。声道合成器104は、最適な適応コードベクトルS7(S6)に対する合成処理を行ない、ターゲット信号合成器103は、得られた合成音声ベクトルS9に基づいてターゲット信号S10を更新する。このようなターゲット信号S10が、統計コード選択器109に与えられる。

【0014】統計コード選択器109は、このターゲット信号S10をターゲットとして、統計コードブック108に格納されている複数の統計コードベクトルから最適な統計コードベクトルS8を決定する。統計コードブック108には、多くの音声信号に対して統計処理して

得られた統計コードベクトルが、それぞれインデックスを付されて固定的に格納されており、全ての統計コードベクトルが時系列的に又は同時に統計コード選択器109に与えられる。統計コード選択器109は、全ての統計コードベクトルに対して声道パラメータS2を適用してそれぞれ合成音声ベクトルに変換する。この際にも重み付け処理を行なう。次に、得られた複数の合成音声ベクトルのそれについて、ターゲット信号S10との各成分の差分を得てその差分の2乗平均を得る。そして、このような2乗平均が最小の統計コードベクトルを最適な統計コードベクトルS8として定め、最適統計コードベクトルS8のインデックスを統計コード符号S5としてマルチプレクサ102に与える。

【0015】最適な適応コードベクトルS7及び最適な統計コードベクトルS8は、加算器107によって加算されて、励振コードベクトルS6として声道合成器104及び適応コードブック106に与えられる。

【0016】声道合成器104は、これを次フレームで利用する。適応コードブック106は、この励振コードベクトルS6を取込んで、この励振コードベクトルS6を含めた最新の所定数のフレームの励振コードベクトルの各成分から適応コードベクトルを形成し直す。

【0017】図3は、図2のコード励振線形予測符号化器100に対応した従来のコード励振線形予測復号化器200の機能ブロック構成を示すものである。

【0018】コード励振線形予測復号化器200は、デマルチプレクサ201、声道合成器202、適応コード検索部203、統計コード検索部204、適応コードブロック205、加算器206及び統計コードブック207から構成されている。

【0019】符号化音声信号S15(上述した信号S11に対応)は、デマルチプレクサ201に与えられる。デマルチプレクサ201は、符号化音声信号S15を、声道パラメータ符号S16、適応コード符号S17、統計コード符号S18に分離し、それぞれ、声道合成器202、適応コード検索部203、統計コード検索部204に与える。

【0020】適応コード検索器203は、適応コード符号(インデックス)S17に従って、直前数フレームの励振コードベクトルに基づいて形成されて格納されている複数の適応コードベクトルからそのインデックスに対応した適応コードベクトルS19を取り出して加算器206に与える。他方、統計コード検索器204は、符号化器100の統計コードブック108と同一内容の統計コードブック207から、統計コード符号(インデックス)S18が指示する統計コードベクトルS20を取り出して加算器206に与える。かくして、加算器206からこのフレームでの励振コードベクトルS21が得られ、これが声道合成器202及び適応コードブック205に与えられる。

【0021】声道合成器202は、声道パラメータ符号S16を声道パラメータに復号し、与えられた励振コードベクトルS21に対して声道パラメータを用いて合成し、入力音声ベクトルS1に対応した再生音声ベクトルS22を得て出力する。

【0022】適応コードブック205は、符号化器100の適応コードブック106と同様な適応コードベクトルの更新処理を行ない、次フレームに備える。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】ところで、最近、デジタル自動車電話等のように、低い符号化レートを要求するものがある。例えば、4k bps程度の符号化レートの要求がある。しかしながら、上述した従来の符号化方式は、低符号化レートを考慮したものであるが、実際上、実現可能な符号化レートとしては6～7k bpsが限界であり、上述した要求を満たすことはできない。これは、音声信号の全ての帯域を区別することなく、扱っているため、低ピットレートにした場合に重要な帯域の情報が軽減されて音声品質を低下させるためと考えられる。

【0024】そのため、低い符号化レートを実現するためには、新しい要素に着目した発明が必要である。

【0025】ところで、従来も帯域を考慮した符号化方式は存在する。人間の音声は帯域の低域側のパワーが多く高域側のパワーが少ない。この点に着目して低域側にビット数を多く高域側にビット数を少なく与えることにより合計のビット数を削減する方法が、帯域分割ADPCM等で用いられている。しかし、この方法は波形のパワーのビット数削減であって、コード励振線形予測符号化方式のようなパラメトリック符号化方式には適用できず、仮に適用したとしても、声道予測パラメータやインデックス等のビット数の削減を行なうことができない。

【0026】なお、低符号化レートで高品質を得難いという問題は、合成音声信号から声道パラメータを得るいわゆるバックワード型のコード励振線形予測符号化器及び復号化器についても同様に生じる。

【0027】本発明は、以上の点を考慮してなされたものであり、低符号化レートであっても高品質を実現することができるコード励振線形予測符号化器及び復号化器を提供しようとするものである。

【0028】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため、第1の本発明においては、コード励振線形予測符号化器を以下の手段で構成した。

【0029】すなわち、入力音声信号を複数の帯域に分割する帯域分割手段と、声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵する、分割された各帯域毎に設けられた複数の帯域別フォワード型コード励振線形予測符号化手段と、各帯域別コード励振線形予測符号化手段からの符号化音声信号を多重して

出力する符号化音声信号を得る多重手段とで構成した。

【0030】また、第2の本発明においては、第1の本発明に対応するコード励振線形予測復号化器を以下の手段で構成した。

【0031】すなわち、入力された符号化音声信号を帯域別の符号化音声信号に多重分離する多重分離手段と、分離された各帯域別の符号化音声信号を復号化する複数の帯域別フォワード型コード励振線形予測復号化手段と、各帯域別コード励振線形予測復号化手段からの復号

10 化音声信号を合成する帯域合成手段とで構成した。

【0032】第3の本発明においては、コード励振線形予測符号化器を以下の手段で構成した。

【0033】すなわち、入力音声信号を複数の帯域に分割する帯域分割手段と、声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵する、分割された各帯域毎に設けられた複数の帯域別バックワード型コード励振線形予測符号化手段と、各帯域別コード励振線形予測符号化手段からの符号化音声信号を多重して出力する符号化音声信号を得る多重手段とで構成し

20 た。

【0034】また、第4の本発明においては、第3の本発明に対応するコード励振線形予測復号化器を以下の手段で構成した。

【0035】すなわち、入力された符号化音声信号を帯域別の符号化音声信号に多重分離する多重分離手段と、声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵する、分離された各帯域別の符号化音声信号を復号化する複数の帯域別バックワード型コード励振線形予測復号化手段と、各帯域別コード励振線形予測復号化手段からの符号化音声信号を多重して出力する符号化音声信号を得る多重手段とで構成し

30 合成手段とで構成した。

【0036】

【作用】第1の本発明のコード励振線形予測符号化器において、帯域分割手段は入力音声信号を複数の帯域に分割して帯域別のフォワード型コード励振線形予測符号化手段に与える。帯域別の各コード励振線形予測符号化手段は、声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵しており、割り当てられている帯域の入力音声信号を符号化して多重手段に与え

40 る。多重手段は各帯域別コード励振線形予測符号化手段からの符号化音声信号（声道パラメータ及びインデックス）を多重して最終的な符号化音声信号を得る。

【0037】また、第2の本発明のコード励振線形予測復号化器において、多重分離手段は入力された符号化音声信号を帯域別の符号化音声信号に多重分離して帯域別のフォワード型コード励振線形予測復号化手段に与える。帯域別の各コード励振線形予測復号化手段は、割り当てられている帯域の符号化音声信号を復号化して帯域合成手段に与える。帯域合成手段は、帯域別の各コード励振線形予測復号化手段からの符号化音声信号を合成し

て出力する。

【0038】第3の本発明のコード励振線形予測符号化器において、帯域分割手段は入力音声信号を複数の帯域に分割して帯域別のバックワード型コード励振線形予測符号化手段に与える。帯域別の各コード励振線形予測符号化手段は、声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵しており、割り当てられている帯域の入力音声信号を符号化して多重手段に与える。多重手段は各帯域別コード励振線形予測符号化手段からの符号化音声信号（インデックス）を多重して最終的な符号化音声信号を得る。

【0039】また、第4の本発明のコード励振線形予測復号化器において、多重分離手段は入力された符号化音声信号を帯域別の符号化音声信号に多重分離して帯域別のバックワード型コード励振線形予測復号化手段に与える。帯域別の各コード励振線形予測復号化手段は、声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したものを内蔵しており、割り当てられている帯域の符号化音声信号を復号化して帯域合成手段に与える。帯域合成手段は、帯域別の各コード励振線形予測復号化手段からの復号化音声信号を合成して出力する。

【0040】ここで、帯域を分けて符号化及び復号化処理するようにしたのは以下の理由による。音声は、低域側では周波数の聴覚感度が高く高域側では低いという特性を有する。従って、声道パラメータの分解能を低域側で精度良く（高ビット）、高域側で粗く（低ビット）表現すれば、品質をできるだけ低下させずに効果的にビット数を削減できる。そこで、本発明では帯域分割した後に符号化を行なうこととした。

【0041】しかし、ビット数を低減した場合において、高品質音声を実現するためには音声予測構成を従来より高性能化しなければならない。瞬時化最大エントロピー法は、予測を瞬時化することにより非定常な音声の予測利得を向上できる。そこで、各帯域毎のコード励振線形予測符号化手段又はコード励振線形予測復号化手段（第4の本発明の場合）が内蔵する声道パラメータ予測器として瞬時化最大エントロピー法を利用したもの適用することとした。

【0042】すなわち、本発明は、符号化すべき入力音声信号を複数の帯域に分割し、それぞれの帯域毎に、その帯域の信号に対してコード励振線形予測音声符号化を適用することにより、重要な帯域により多くの情報量を割り当てるなどを可能とすることで、効果的に圧縮符号化を行ない、また、分割された信号に対しても、追従性の高い声道パラメータを求めるために瞬時化最大エントロピー法を用いることで、復号して得られる音声の品質を向上しようとしたものである。

【0043】

【実施例】

(A) コード励振線形予測符号化器の第1実施例

まず、本発明によるコード励振線形予測符号化器の第1実施例を図面を参照しながら詳述する。なお、この第1実施例は、いわゆるフォワード型のコード励振線形予測符号化器である。ここで、図1(A)は、この実施例の全体構成を示すものであり、図4は、その低域用又は高域用コード励振線形予測符号化部の詳細構成を示すものである。

【0044】入力音声信号S30は帯域分割器301に入力される。帯域分割器301は、例えばミラーフィルタから構成されており、入力音声信号S30を2個の周波数帯域に分割する。例えば、音声信号のサンプリング周波数が8kHzの場合には、0～2kHzの帯域と2～4kHzの帯域とに分割する。分割されて得られた低域音声信号S31は低域用コード励振線形予測符号化部302に与えられ、分割されて得られた高域音声信号S32は高域用コード励振線形予測符号化部303に与えられる。

【0045】この実施例の場合、これら低域用及び高域用コード励振線形予測符号化部302及び303は共に図4に示すような構成を有するものであり、それぞれ、低域音声信号S31、高域音声信号S32を低域符号化音声信号S33、高域符号化音声信号S34に変換してマルチブレクサ304に与える。なお、入力音声信号S30の帯域を等分して各符号化器302、303に入力しているが、低域符号化音声信号S33の方が高域符号化音声信号S34よりビット数が多くなるように、各符号化器302、303を構成している。

【0046】また、各符号化器302、303は、大きさは、声道パラメータ予測器302a、303aと、励振源選択器302b、303bと、マルチブレクサ302c、303cとからなっている。すなわち、各帯域の音声信号から声道パラメータ予測器302a、303aが声道パラメータを予測し、また、励振源選択器302b、303bが各帯域の音声信号及びこの声道パラメータを用いて最適な励振源（この実施例の場合適応励振コード及び統計励振コード）を選択し、マルチブレクサ302c、303cがこれら情報を多重して、各帯域の符号化音声信号S33、S34を出力するものである。

【0047】ここで、声道パラメータ予測器302a、303aとして瞬時化最大エントロピー法（文献2『「瞬時化最大エントロピー法に基づく非定常過程のスペクトル推定法」、瀧澤由美、電子情報通信学会誌A, Vol. 1, J73-A, No. 6, pp. 1083-1093, (1990)』及び特願平1-121871号明細書及び図面参照）を利用したものを採用している。

【0048】マルチブレクサ304は、これら低域符号化音声信号S33及び高域符号化音声信号S34を多重して最終的な符号化音声信号S35を得て出力する。

【0049】ここで、音声信号を高帯域及び低帯域を分けて符号化するようにしたのは、以下の理由による。低

符号化レートを期した場合、冗長な情報をできるだけ少なくすることが求められる。ところで、音声は、低域側では周波数の聴覚感度が高く高域側では周波数の聴覚感度が低いという特徴を有する。そのため、冗長な情報を排除して音声品質を高めるには、高域側に比べて低域側で精度良く（高ビット）符号化することが好ましい。すなわち、音声品質を考慮すると、音声信号の全帯域を一律に取り扱うより低域と高域とを区別して取り扱うことが好ましく、そこで、上述のように、帯域別に符号化することとした。

【0050】また、声道パラメータ予測器302a及び303aに瞬時化最大エントロピー法（以下、IMEM法と呼ぶ）を適用するようにしたのは、以下の理由による。低符号化レートを期し、しかも、帯域毎にコード励振線形予測符号化部302及び303を設けたので、各符号化部302、303に割り当てるビット数は少なくなる。このように少ないビット数で高品質音声を実現するためには各符号化部302、303は、従来の単独のコード励振線形予測符号化器より高性能であることが求められる。ところで、音声信号は極めて非定常性が強い。しかし、従来の符号化器で用いられていた声道パラメータ予測器は短時間の定常を仮定しているものである。そのため、予測利得が不完全となる。従って、高性能化が求められる帯域毎のコード励振線形予測符号化部302、303には不向きである。上述したIMEM法は、予測を瞬時化することによって非定常な音声の予測利得の向上を実現することができる。そこで、IMEM法に従う声道パラメータ予測器302a及び303aを用いることとした。なお、IMEM法に従う声道パラメータ予測器302a及び303aの詳細については後述する。

【0051】次に、各帯域用のコード励振線形予測符号化部400（302又は303）を図4を参照しながら詳述する。

【0052】帯域分割された音声信号（デジタル信号）は、所定サンプル数でなるフレームにまとめられて音声ベクトルS41としてIMEM声道パラメータ予測器401（302a又は303a）に与えられる。IMEM声道パラメータ予測器401は、図5に示す詳細構成を有し、入力音声ベクトルS41に対してIMEM法に基づいた分析を行ない、声道パラメータS42を得る。

【0053】ここで、IMEM声道パラメータ予測器401について説明する（詳しくは上述した文献2及び先願参照）。IMEM声道パラメータ予測器401は、信号積計算部501と、歪除去フィルタ502と、反射係数計算部503と、予測係数計算部504とから構成されている。

【0054】入力音声ベクトルS41は時系列信号x(n)として信号積計算部501に与えられる。信号積計算部501は信号x(n)とそれより時間（ラグ） τ

だけ前の信号x(n- τ)との信号積v(τ , n)を求めて歪除去フィルタ502に与える。歪除去フィルタ502は、信号積v(τ , n)をフィルタリングして高周波数成分（歪成分）を除去した瞬時共分散 $\phi(i, j; n)$ （但し $\tau = j - i$ の関係がある）を得て反射係数計算部503に与える。反射係数計算部503は、瞬時共分散 $\phi(i, j; n)$ と予測係数計算部504から与えられるm-1次の予測係数 $a_{m-1}, i(n)$ （iは予測係数の何番目かを示す）とから反射係数 $\gamma_m(n)$ を得て

10 予測係数計算部504に与える。予測係数計算部504は、m次の反射係数 γ_m からm次の予測係数 $a_{m,i}(n)$ を計算する。

【0055】このようにして得られた予測係数が、声道伝達関数を表す声道予測パラメータS42となる。声道パラメータS42は、量子化されて声道パラメータ符号S43に変換されてマルチプレクサ402（302c又は303c）に与えられる。マルチプレクサ402は、声道パラメータ符号S43、後述する適応コード符号S44、及び、後述する統計コード符号S45を多重して

20 符号化音声信号S51（S33又はS34）として上述したマルチプレクサ304に出力する。

【0056】適応コード符号S44は、従来と同様に、以下のようないくつかの処理によって決定される。

【0057】声道合成器404には、直前フレームで決定された励振コードベクトルS46が与えられており、この励振コードベクトルS46に対して、現フレームの声道パラメータS42を用いて合成し、合成音声ベクトルS49をターゲット信号合成器403に与える。ターゲット信号合成器403には、上述した入力音声ベクトルS41及び声道パラメータS42も与えられている。

ターゲット信号合成器403は、まず、入力音声ベクトルS41及び声道パラメータS42からLPC残差信号を得た後、LPC残差信号から音声信号ベクトルを求め、この際聴覚特性を考慮して重み付けを施す。次いで、適応コード選択器405の処理の際に、直前フレームの影響が生じるので、この影響分を合成音声ベクトルS49及び声道パラメータS42から生成しておき、上述のように求めた音声信号ベクトルから除去してターゲット信号（ベクトル）S50とする。

40 【0058】ターゲット信号S50は適応コード選択器405に与えられる。適応コード選択器405は、ターゲット信号S50をターゲットとして、適応コードブック406に格納されている候補の複数の適応コードベクトルの中から最適な適応コードベクトルS47を決定する。適応コードブック406には、直前の複数フレームの励振コードベクトルS46に基づいて形成された複数の適応コードベクトルが、それぞれインデックスを付されて格納されている。適応コード選択器405は、全ての適応コードベクトルに対して声道パラメータS42を適用してそれぞれ合成音声ベクトルに変換する。次に、

得られた複数の合成音声ベクトルのそれぞれについて、ターゲット信号S 5 0との各成分の差分を得、聴覚特性に応じた重み付けを施した後差分成分の2乗平均を得る。そして、このような2乗平均が最小の適応コードベクトルを最適な適応コードベクトルとして定め、そのインデックスを適応コード符号S 4 4としてマルチブレクサ4 0 2に与える。

【0059】次に、統計コード符号S 4 5の決定処理が行なわれる。最適な適応コードベクトルS 4 7は、加算器4 0 7を介して声道合成器4 0 4にそのまま与えられる。声道合成器4 0 4は、最適な適応コードベクトルS 4 7(S 4 6)に対する合成処理を行ない、ターゲット信号合成器4 0 3は、得られた合成音声ベクトルS 4 9に基づいてターゲット信号S 5 0を更新する。このようなターゲット信号S 5 0が統計コード選択器4 0 9に与えられる。

【0060】統計コード選択器4 0 9は、ターゲット信号S 5 0をターゲットとして、統計コードブック4 0 8に格納されている複数の統計コードベクトルから最適な統計コードベクトルS 4 8を決定する。統計コードブック4 0 8には、多くの音声信号に対して統計処理して得られた統計コードベクトルが、それぞれインデックスを付されて固定的に格納されている。統計コード選択器4 0 9は、全ての統計コードベクトルに対して声道パラメータS 4 2を適用してそれぞれ合成音声ベクトルに変換する。次に、得られた複数の合成音声ベクトルのそれについて、ターゲット信号S 5 0との各成分の差分を得てその差分の2乗平均を得る。そして、2乗平均が最小の統計コードベクトルを最適な統計コードベクトルS 4 8として定め、そのインデックスを統計コード符号S 4 5としてマルチブレクサ4 0 2に与える。

【0061】最適な適応コードベクトルS 4 7及び最適な統計コードベクトルS 4 8は、加算器4 0 7によって加算されて、励振コードベクトルS 4 6として声道合成器4 0 4及び適応コードブック4 0 6に与えられる。

【0062】声道合成器4 0 4は、このベクトルS 4 6を次フレームで利用する。適応コードブック4 0 6は、このベクトルS 4 6を取り込んで適応コードベクトルを形成し直す。

【0063】以上の選択動作で明らかのように、ターゲット信号合成器4 0 3、声道合成器4 0 4、適応コード選択器4 0 5、適応コードブック4 0 6、加算器4 0 7、統計コードブック4 0 8及び統計コード選択器4 0 9が上述した励振源選択器3 0 2 b又は3 0 3 bを構成する。

【0064】なお、符号化部4 0 0内の各構成要素を、デジタルシグナルプロセッサ(D S P)によって構成しても良く、また、非巡回型フィルタや巡回型フィルタを用いた個別の演算回路によって構成しても良い。

【0065】低域用コード励振線形予測符号化部3 0 2

及び高域用コード励振線形予測符号化部3 0 3は共に、図4に示す構成を有するものであるが、以下の点が異なっている。用意しておく適応コードベクトル及び統計コードベクトルの数が低域用コード励振線形予測符号化部3 0 2の方が多い。予測係数(声道パラメータ)の総次数が低域用コード励振線形予測符号化部3 0 2の方が多い。これにより、聴覚特性上重要である低域に多くのビット数を割いている。

【0066】従って、上記第1実施例のコード励振線形予測符号化器によれば、帯域分割してそれぞれの音声信号をI M E M法を用いてコード励振線形符号化し、各符号化音声信号を多重して最終的な符号化音声信号を得るようにしたので、低符号化レートでも高品質を実現できる符号化音声信号を得ることができる。

【0067】(B) コード励振線形予測符号化器の第2実施例

次に、本発明によるコード励振線形予測符号化器の第2実施例を図面を参照しながら詳述する。なお、この実施例は、いわゆるパックワード型のコード励振線形予測符号化器である。ここで、図6(A)が、この実施例の全体構成を示すものであり、図7は、その低域用又は高域用コード励振線形予測符号化部の詳細構成を示すものである。

【0068】入力音声信号S 6 0は帯域分割器6 0 1に入力される。帯域分割器6 0 1は、例えばミラーフィルタから構成されており、入力音声信号S 6 0を2個の周波数帯域に分割する。例えば、音声信号のサンプリング周波数が8 k H zの場合には、0~2 k H zの帯域と2~4 k H zの帯域とに分割する。分割されて得られた低域音声信号S 6 1は低域用コード励振線形予測符号化部6 0 2に与えられ、分割されて得られた高域音声信号S 6 2は高域用コード励振線形予測符号化部6 0 3に与えられる。

【0069】この第2実施例の場合、これら低域用及び高域用コード励振線形予測符号化部6 0 2及び6 0 3は共に図7に示すようなパックワード型の構成を有するものであり、それぞれ、低域音声信号S 6 1、高域音声信号S 6 2を低域符号化音声信号S 6 3、高域符号化音声信号S 6 4に変換してマルチブレクサ6 0 4に与える。

【0070】マルチブレクサ6 0 4は、これら符号化音声信号S 6 3及びS 6 4を多重して最終的な符号化音声信号S 6 5を得て出力する。なお、入力音声信号S 6 0の帯域を等分して各符号化器6 0 2、6 0 3に入力しているが、低域符号化音声信号S 6 3の方が高域符号化音声信号S 6 4よりビット数が多くなるように、各符号化器6 0 2、6 0 3を構成している。

【0071】また、各符号化器6 0 2、6 0 3は、大きくなれば、声道パラメータ予測器6 0 2 a、6 0 3 aと、励振源選択器6 0 2 b、6 0 3 bとからなっている。すなわち、各帯域の過去の合成音声信号から声道パラメータ

予測器602a、603aが声道パラメータを予測し、また、励振源選択器602b、603bが各帯域の入力音声信号及びこの声道パラメータを用いて最適な励振源（適応励振コード及び又は統計励振コード）を選択してそのインデックスを符号化音声信号S63、S64としてマルチプレクサ604に与える。

【0071】この第2実施例でも、声道パラメータ予測器602a、603aとしてIMEM法を利用したものを探用している。採用理由は、上記第1実施例と同様である。なお、バックワード型の方が過去の合成音声信号を利用して声道パラメータを得ている分品質低下が起こり易いので、IMEM法を適用する利点はこの意味からも存在する。

【0072】各帯域のコード励振線形予測符号化部700（602又は603）について、図7のブロック図を参照して説明する。

【0073】図7において、この符号化部700から出力される情報は、励振コードブック701に格納されているいずれかの励振コード（最適励振コード）ベクトルのインデックスだけである。このような最適なインデックスは、以下のように決定される。

【0074】励振コードブック701に格納されている励振コードベクトルは、ゲインコードと波形形状コードどちらになっており、最適な励振コードの探索時には、格納されている各励振コードベクトルが候補として時間順次に（又は同時に）出力される。この際には、波形形状コードがゲインコードが指示しているゲインでゲイン処理されて出力される。

【0075】このようにして励振コードブック701から出力された候補としての励振コードベクトルS71はゲイン回路702に与えられ、このゲイン回路702によって所定倍されて加算器703に与えられる。ゲイン回路702はゲイン係数可変形のものであり、ゲイン係数適応回路704によってゲイン係数が変更される。ゲイン係数適応回路704は、過去のゲイン係数列から線形予測分析（LPC分析）してゲイン係数を予測してゲイン回路702に与える。

【0076】加算器703には声道合成器705からの出力ベクトルS73も与えられており、ゲイン回路702からの候補の励振コードベクトルS72と声道合成器705からの出力ベクトルS73とを加算し、その候補の励振コードベクトルを用いた場合の局部再生の合成音声ベクトルS74を得て減算器706に与える。

【0077】声道合成器705が用いる声道パラメータS75は声道パラメータ予測器707から与えられる。声道合成器705は、過去の最適励振コードベクトルに対する局部再生の合成音声ベクトルに対して、声道パラメータ予測器707から与えられた声道パラメータS75を適用して予測合成処理を行ない、その出力ベクトルS74を上述したように加算器703に与える。声道パ

ラメータ予測器707は、上述したIMEM法に従うものであり、過去の最適励振コードベクトルに対する再生合成音声ベクトルから声道パラメータS75を得て声道合成器705に与える。

【0078】上述した減算器706には、帯域分割された入力音声ベクトルS76（S61又はS62）も与えられており、減算器706は、入力音声ベクトルS76から候補の励振コードベクトルを用いた場合の局部再生の合成音声ベクトルS74を減算し、得られた差分ベク

10 ルS77を知覚重み付けフィルタ回路708を介して、知覚（聴覚）特性に応じた重み付けを行なった後、最小2乗誤差検出回路709に与える。このようにして最適励振コードベクトルの探索時においては、最小2乗誤差検出回路709に、全ての励振コードベクトルについての重み付け処理後の差分ベクトルS78が与えられる。

【0079】最小2乗誤差検出回路709は、各差分ベクトルについてその成分の2乗和を計算し、2乗和が最小となる差分ベクトルに対応する励振コードベクトルを最適な励振コードベクトルとして検出してそのインデックスS79を励振コードブック701に与える。

【0080】これにより、励振コードブック701は、上述したように最適なインデックスS79を符号化音声信号（S63又はS64）としてマルチプレクサ604に出力する。また、励振コードブック701は、検出された最適な励振コードベクトルを再度ゲイン回路702側に出力して、ゲイン係数の更新や声道パラメータの更新や次のフレーム処理時にその励振コードベクトルについての局部再生の合成音声ベクトルを利用できるようにしておく。

【0081】従って、上記第2実施例のコード励振線形予測符号化器によっても、帯域分割してそれぞれの音声信号をIMEM法を用いてコード励振線形符号化し、各符号化音声信号を多重して最終的な符号化音声信号を得るようにしたので、低符号化レートでも高品質を実現できる符号化音声信号を得ることができる。

【0082】(C) コード励振線形予測復号化器の第1実施例

次に、本発明によるコード励振線形予測復号化器の第1実施例を図面を参照しながら詳述する。なお、この第1実施例は上述した符号化器の第1実施例に対応するものである。ここで、図1(B)はこの実施例の全体構成を示すものであり、図8はその低域用又は高域用コード励振線形予測復号化部の詳細構成を示すものである。

【0083】入力された符号化音声信号S80（S35）はデマルチプレクサ351に与えられる。デマルチプレクサ351は、この符号化音声信号S80を低域及び高域の符号化音声信号S81及びS82に分離し、それぞれ低域用コード励振線形予測復号化部352及び高域用コード励振線形予測復号化部353に与える。

【0084】この第1実施例の場合、これら低域用及び高域用コード励振線形予測復号化部352及び353は共に図8に示すような構成を有するものであり、それぞれ、低域符号化音声信号S81、符号化高域音声信号S82から低域音声信号S83、高域音声信号S84を復元して逆帯域分割器354に与える。

【0085】逆帯域分割器354は、復元された低域音声信号S83及び高域音声信号S84を多重して最終的な再生音声信号S85を得て出力する。

【0086】次に、各帯域用のコード励振線形予測復号化部800(352又は353)を図8を参照しながら詳述する。

【0087】各帯域の符号化音声信号S90は、デマルチブレクサ801に与えられる。デマルチブレクサ801は、符号化音声信号S90を、声道パラメータ符号S91、適応コード符号S92、統計コード符号S93に分離し、それぞれ、声道合成器802、適応コード検索部803、統計コード検索部804に与える。

【0088】適応コード検索器803は、適応コード符号(インデックス)S92に従って、直前数フレームの励振コードベクトルに基づいて形成されて適応コードブック805に格納されている複数の適応コードベクトルからそのインデックスに対応した適応コードベクトルS94を取り出して加算器806に与える。他方、統計コード検索器804は、符号化部400の統計コードブック408と同一内容の統計コードブック807から、統計コード符号(インデックス)S93が指示する統計コードベクトルS95を取り出して加算器806に与える。かくして、加算器806からこのフレームでの励振コードベクトルS96が得られ、これが声道合成器802及び適応コードブック805に与えられる。

【0089】声道合成器802は、声道パラメータ符号S66を声道パラメータに復号し、与えられた励振コードベクトルS71に対してこの声道パラメータを用いて合成し、この帯域の再生音声ベクトルS72を得て上述した逆帯域分割器354に出力する。

【0090】適応コードブック805は、符号化部400の適応コードブック406と同様な適応コードベクトルの更新処理を行ない、次フレームに備える。

【0091】なお、復号化部800内の各構成要素を、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)によって構成しても良く、また、非巡回型フィルタや巡回型フィルタを用いた個別の演算回路によって構成しても良い。

【0092】従って、この第1実施例のコード励振線形予測復号化器によれば、上記第1実施例のフォワード型コード励振線形予測符号化器によって符号化された符号化音声信号を適切に再生することができ、低符号化レートでも高品質の再生音声信号を得ることができる。

【0093】(D) コード励振線形予測復号化器の第2実施例

次に、本発明によるコード励振線形予測復号化器の第2実施例を図面を参照しながら詳述する。なお、この第2実施例は上述した符号化器の第2実施例に対応するものである。ここで、図6(B)はこの実施例の全体構成を示すものであり、図9はその低域用又は高域用コード励振線形予測復号化部の詳細構成を示すものである。

【0094】入力された符号化音声信号S100(S65)はデマルチブレクサ651に与えられる。デマルチブレクサ651は、この符号化音声信号S100を低域10及び高域の符号化音声信号S101及びS102に分離し、それぞれバックワード型の低域用コード励振線形予測復号化部652及び高域用コード励振線形予測復号化部653に与える。

【0095】この実施例の場合、これら低域用及び高域用コード励振線形予測復号化部652及び653は共に図9に示すような構成を有するものであり、それぞれ、低域符号化音声信号S101、符号化高域音声信号S102から低域音声信号S103、高域音声信号S104を復元して逆帯域分割器654に与える。

【0096】逆帯域分割器654は、復元された低域音声信号S103及び高域音声信号S104を多重して最終的な再生音声信号S105を得て出力する。

【0097】各復号化部652、653は、大きくは、声道パラメータ予測器652a、653aと、励振源検索器652b、653bとからなっている。すなわち、各帯域の過去の合成音声信号から声道パラメータ予測器652a、653aが声道パラメータを予測し、また、励振源検索器652b、653bが各帯域の符号化音声信号(インデックス)から最適な励振源(適応励振コード及び又は統計励振コード)を選択し、これに声道パラメータを適用して各帯域の復号化音声信号S103、S104を出力するものである。

【0098】この第2実施例でも、声道パラメータ予測器652a、653aとしてIMEM法を利用したものを探用している。これは符号化部の構成に対応するためである。

【0099】次に、各帯域のコード励振線形予測復号化部900(652又は653)の構成を図9を参照しながら詳述する。帯域別に分けられたインデックスS110(S101又はS102)は、励振コードブック901に与えられる。励振コードブック901は、そのインデックスS110が指示する励振コードベクトルS111をゲイン回路902に出力される。ゲイン回路902は、ゲイン係数適応回路903が過去のゲイン係数列から線形予測分析して得たゲイン係数を用いて、この励振コードベクトルS111の各成分を所定倍してゲイン係数適応回路903及び加算器904に与える。ゲイン係数適応回路903は、このゲイン処理後の励振コードベクトルS112のゲインをゲイン係数の更新のために取50込む。声道合成器905は、IMEM法に従う声道パラ

メータ予測器906から与えられた声道パラメータS113を用いて、過去の再生された合成音声ベクトルS114列に対して予測合成処理を行ない、その出力ベクトルS115を加算器904に与える。加算器904は、ゲイン回路902からのベクトルS112と声道合成器905からのベクトルS115を加算することで、再生合成ベクトルS114(S103又はS104)を得て上述した逆帯域分割器654に出力すると共に、声道パラメータ予測器906に与える。声道パラメータ予測器906は、この再生合成ベクトルS114を以降の声道パラメータの予測に用いる。

【0100】従って、この第2実施例のコード励振線形予測復号化器によれば、上記第2実施例のバックワード型コード励振線形予測符号化器によって符号化された符号化音声信号を適切に再生することができ、低符号化レートでも高品質の再生音声信号を得ることができる。

【0101】(E)他の実施例

なお、上記実施例では、入力音声信号の帯域を2分割するものを示したが、分割数はこれに限定されるものではない。例えば、0~1000Hz、1000~2000Hz、2000~3000Hz及び3000~4000Hzのように4分割するようにしても良い。

【0102】また、上記符号化器及び複号化器の第1実施例では、コードブックとして適応コードブック及び統計コードブックの双方を有するものを示したが、少なくとも統計コードブックを備えていれば良い。

【0103】さらに、符号化器の第1実施例について、各帯域用のコード励振線形予測符号化部302、303内のマルチプレクサ302c、303cと、各帯域用のコード励振線形予測符号化部302、303からの帯域別符号化音声信号を多重するマルチプレクサ304とを1個にまとめるようにしても良い。

【0104】また、第2実施例のバックワード型の符号化部及び復号化部に適応コードブックを用いる場合、最適励振コードベクトルを補間回路を介して補間して適応コードブックに与え、適応コードブックから取り出した適応コードベクトルを間引き回路を介して間引いて次の回路に与えるようにしても良い。

【0105】

* 【発明の効果】以上のように、本発明によれば、音声信号を複数の帯域に分けてそれぞれコード励振線形予測符号化すると共に、声道パラメータ予測器に瞬時化最大エントロピー法に従うものを用いるようにしたので、低符号化レートであっても高品質を実現することができるコード励振線形予測符号化器及びコード励振線形予測復号化器を提供し得る。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】第1実施例のコード励振線形予測符号化器及び復号化器を示すブロック図であり、図1(A)が符号化器の構成を示し、図1(B)が復号化器の構成を示している。

【図2】従来のコード励振線形予測符号化器を示すブロック図である。

【図3】従来のコード励振線形予測復号化器を示すブロック図である。

【図4】第1実施例の各帯域用のコード励振線形予測符号化部の詳細構成を示すブロック図である。

20 【図5】瞬時化最大エントロピー法を用いた声道パラメータ予測器の構成を示すブロック図である。

【図6】第2実施例のコード励振線形予測符号化器及び復号化器を示すブロック図であり、図6(A)が符号化器の構成を示し、図6(B)が復号化器の構成を示している。

【図7】第2実施例の各帯域用のコード励振線形予測符号化部の詳細構成を示すブロック図である。

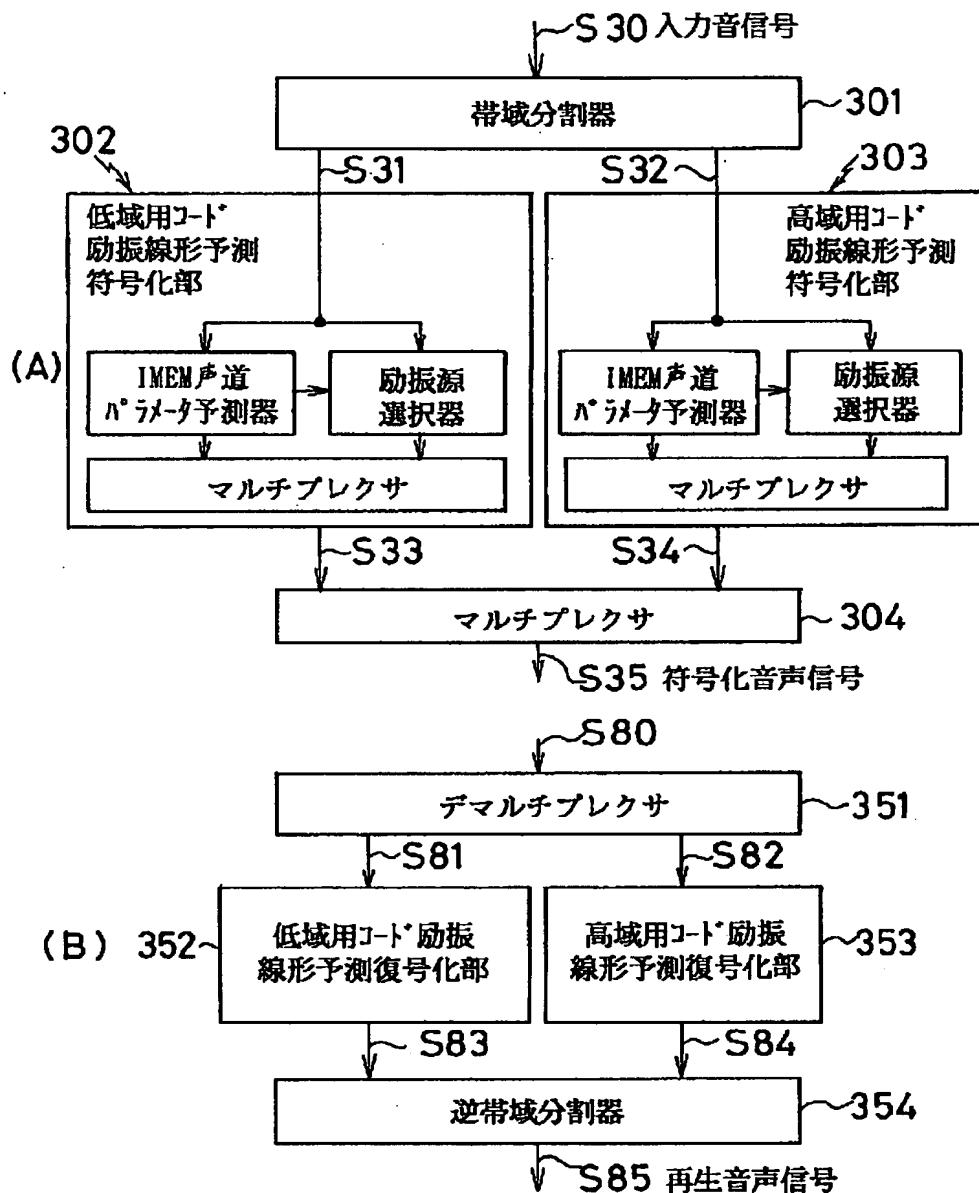
【図8】第1実施例の各帯域用のコード励振線形予測復号化部の詳細構成を示すブロック図である。

30 【図9】第2実施例の各帯域用のコード励振線形予測復号化部の詳細構成を示すブロック図である。

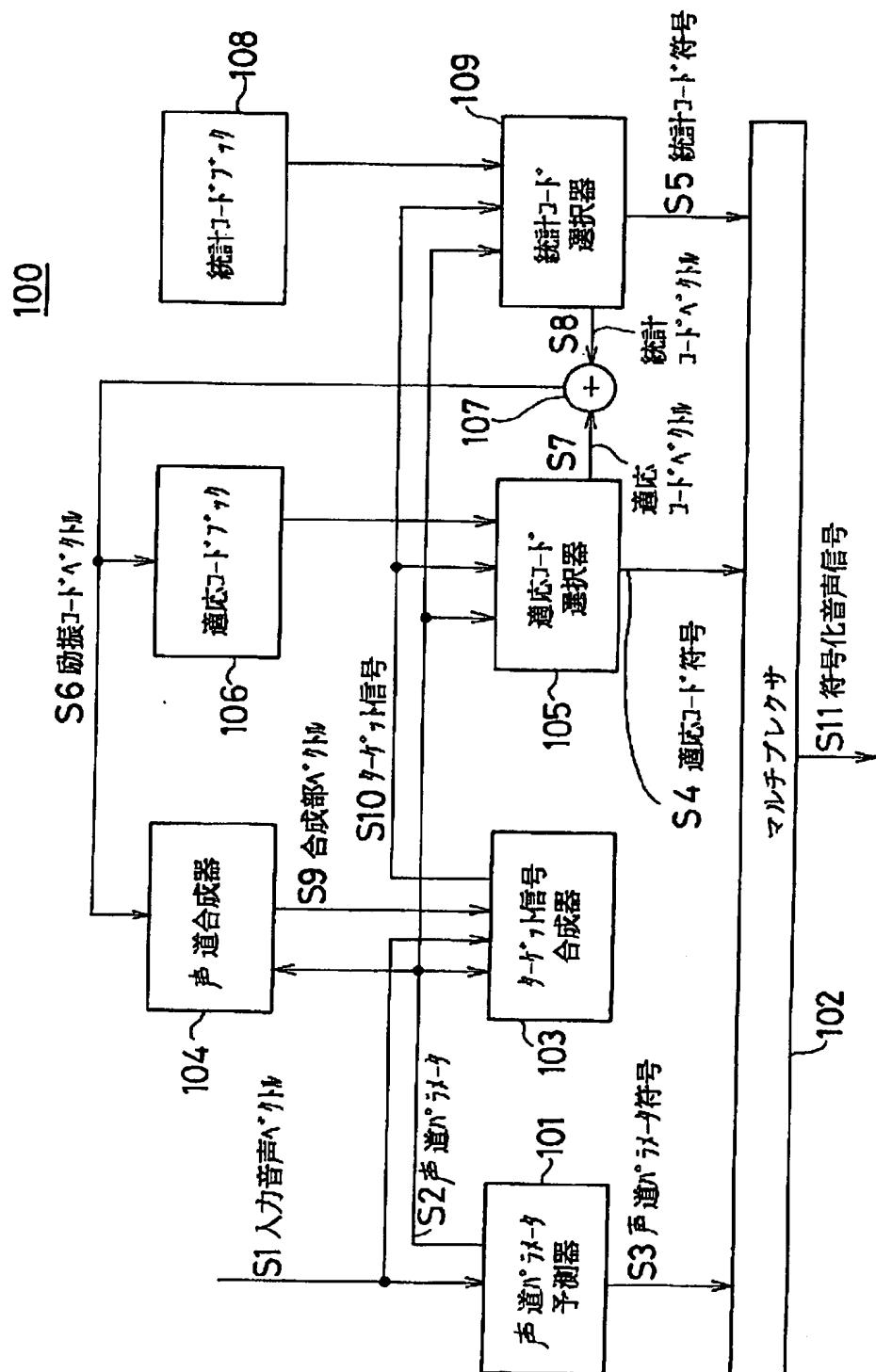
【符号の説明】

301…帯域分割器、302…低域用コード励振線形予測符号化部、303…高域用コード励振線形予測符号化部、302a、303a…瞬時化最大エントロピー法を用いた声道パラメータ予測器、304…マルチプレクサ、351…デマルチプレクサ、352…低域用コード励振線形予測復号化部、353…高域用コード励振線形予測復号化部、354…逆帯域分割器。

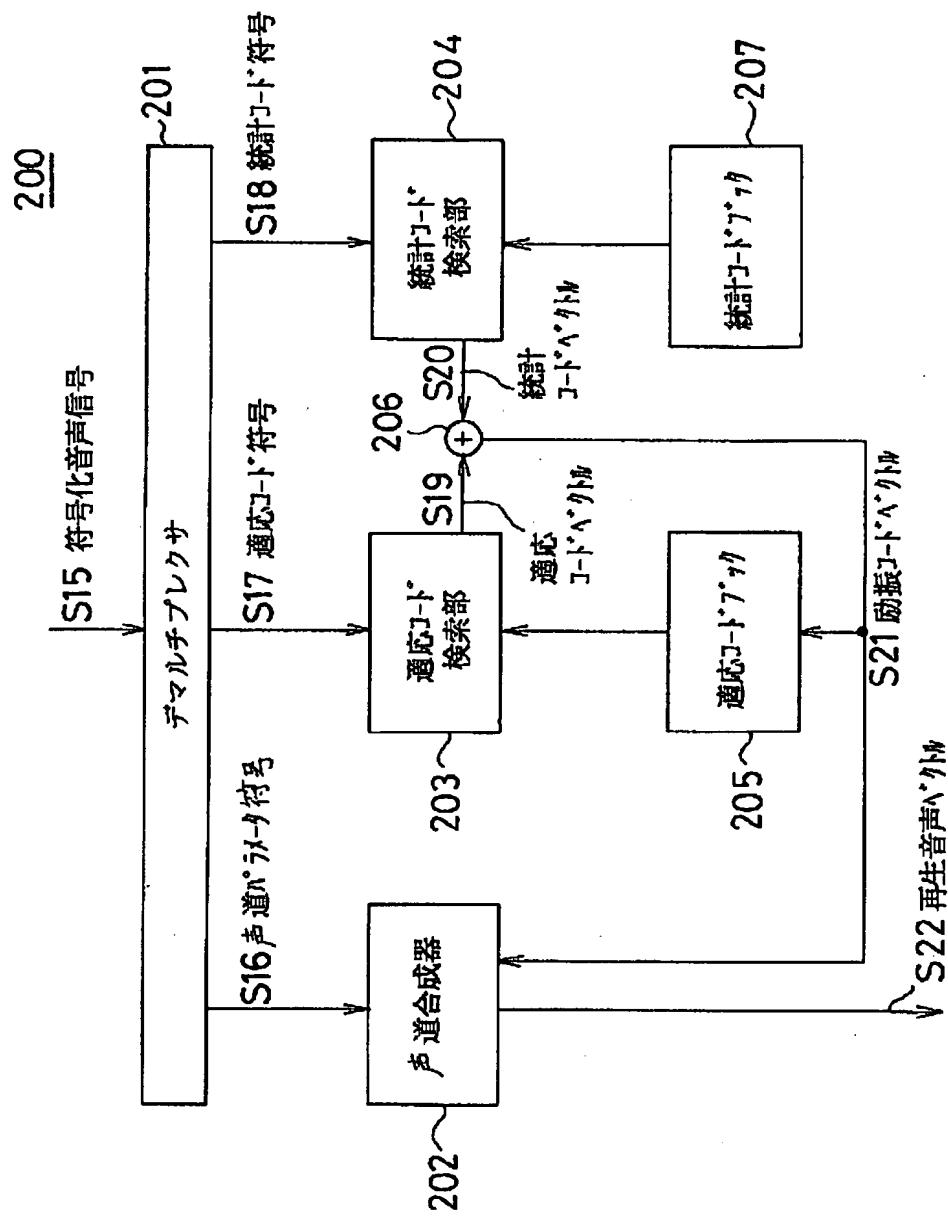
【図1】



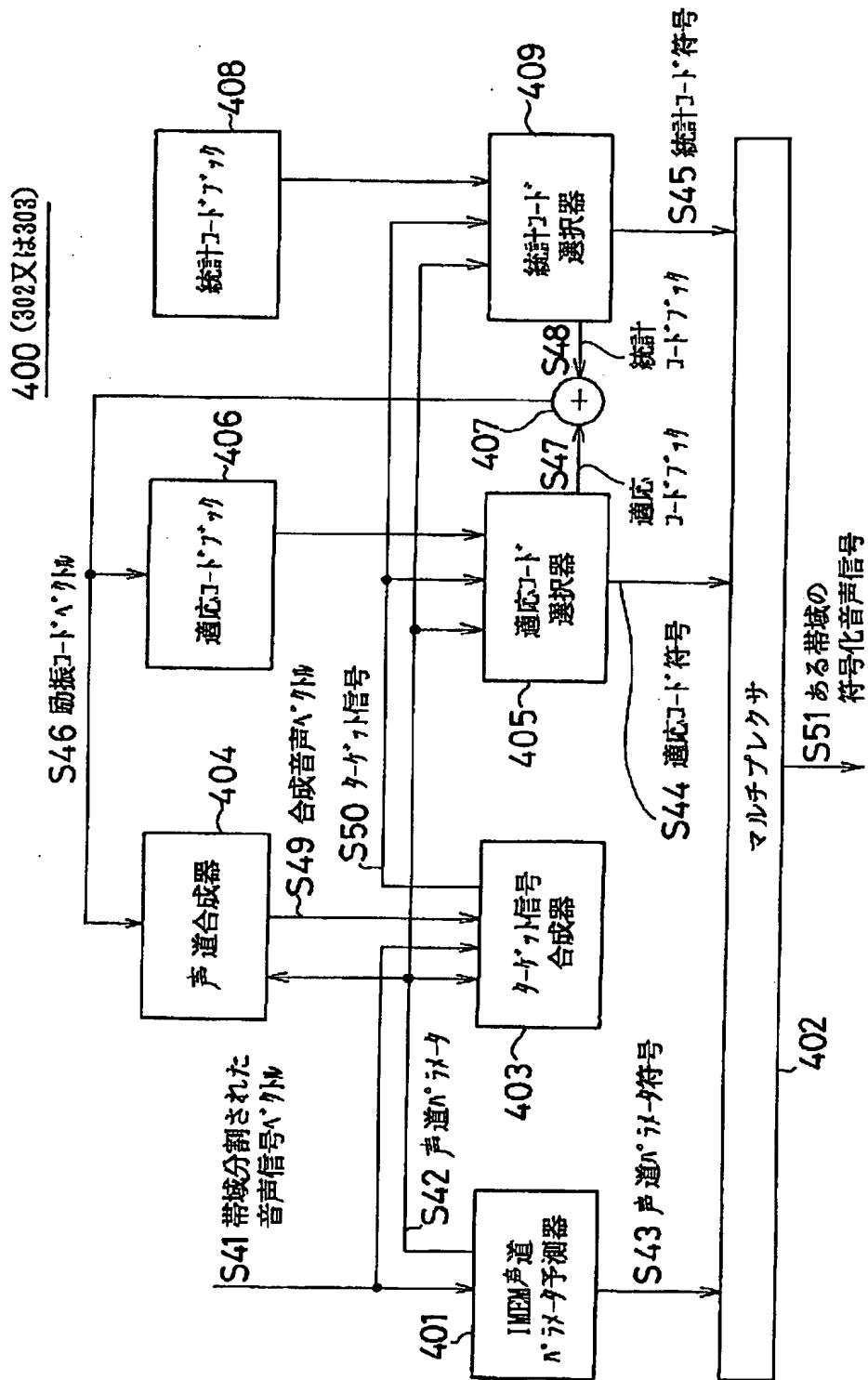
【図2】



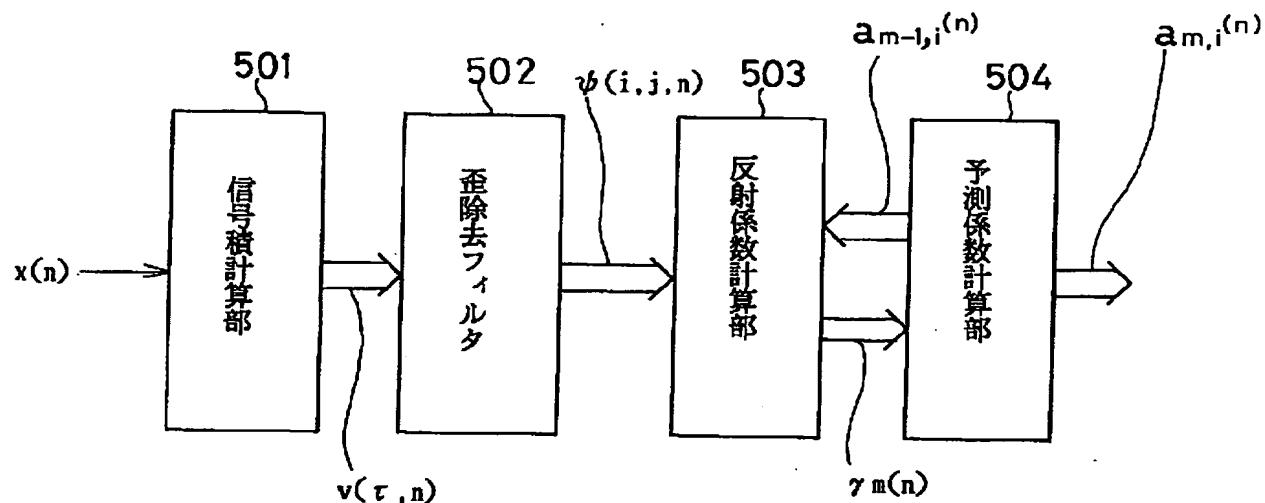
【図3】



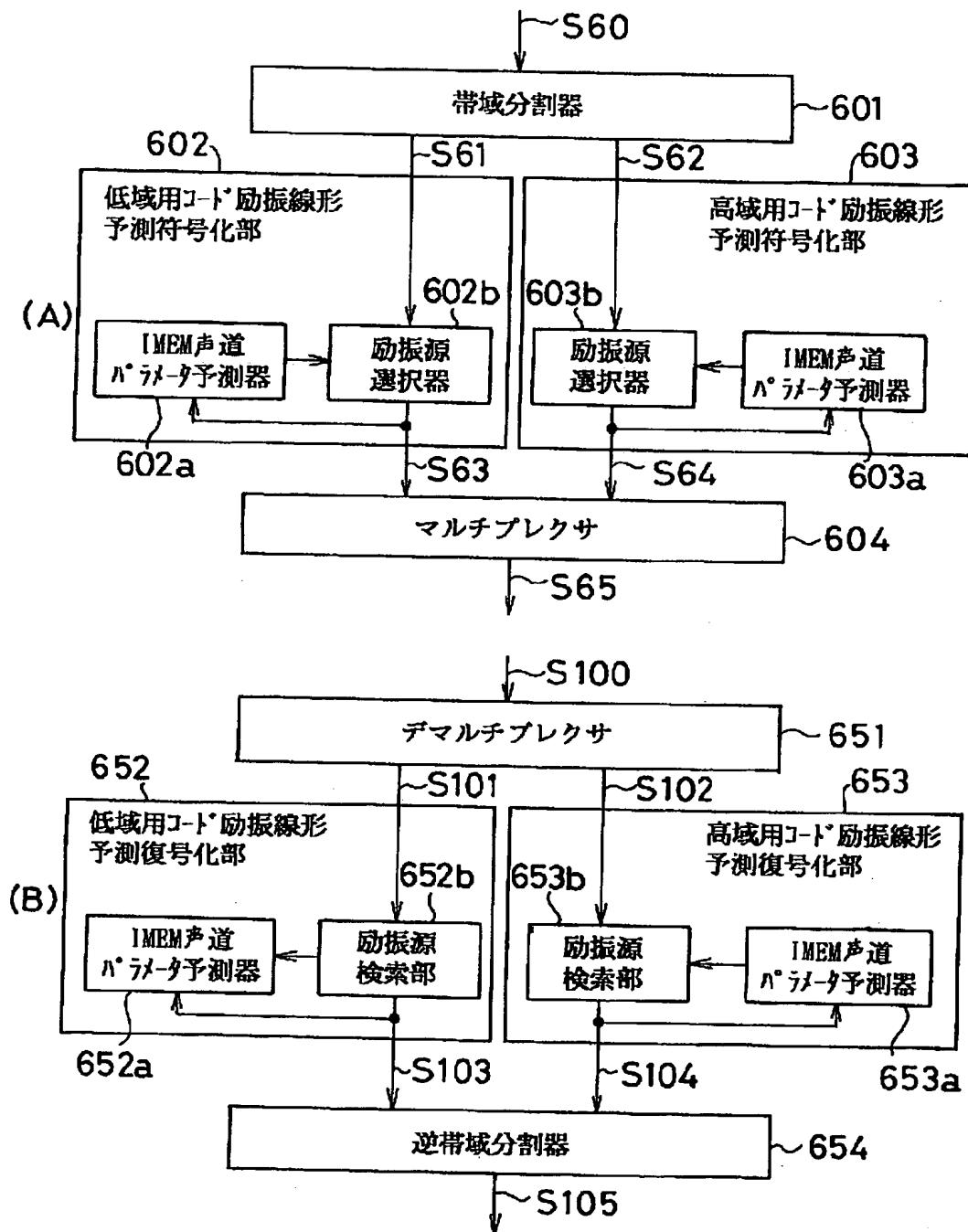
【図4】



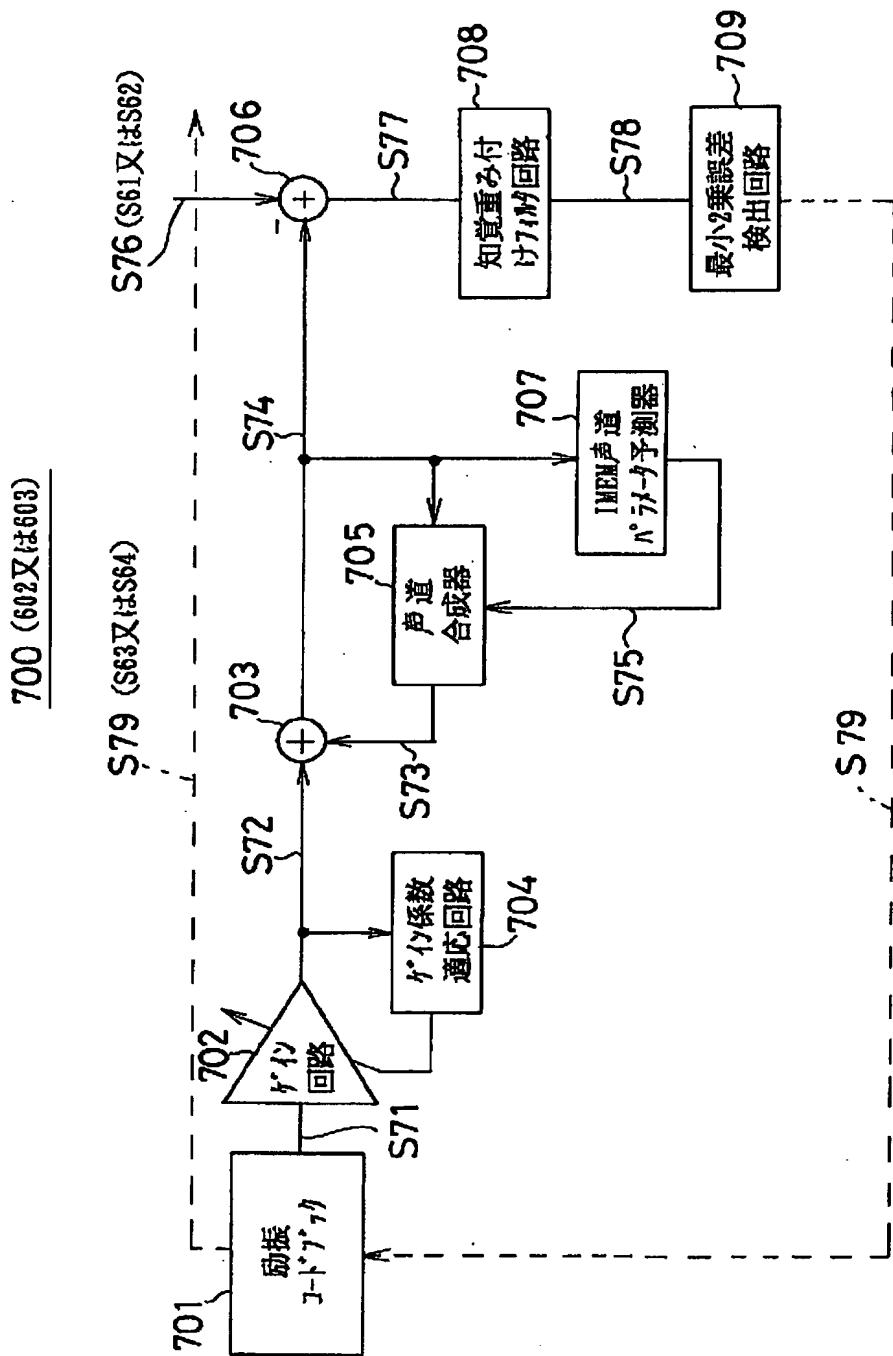
【図5】

401 (302a又は303a)

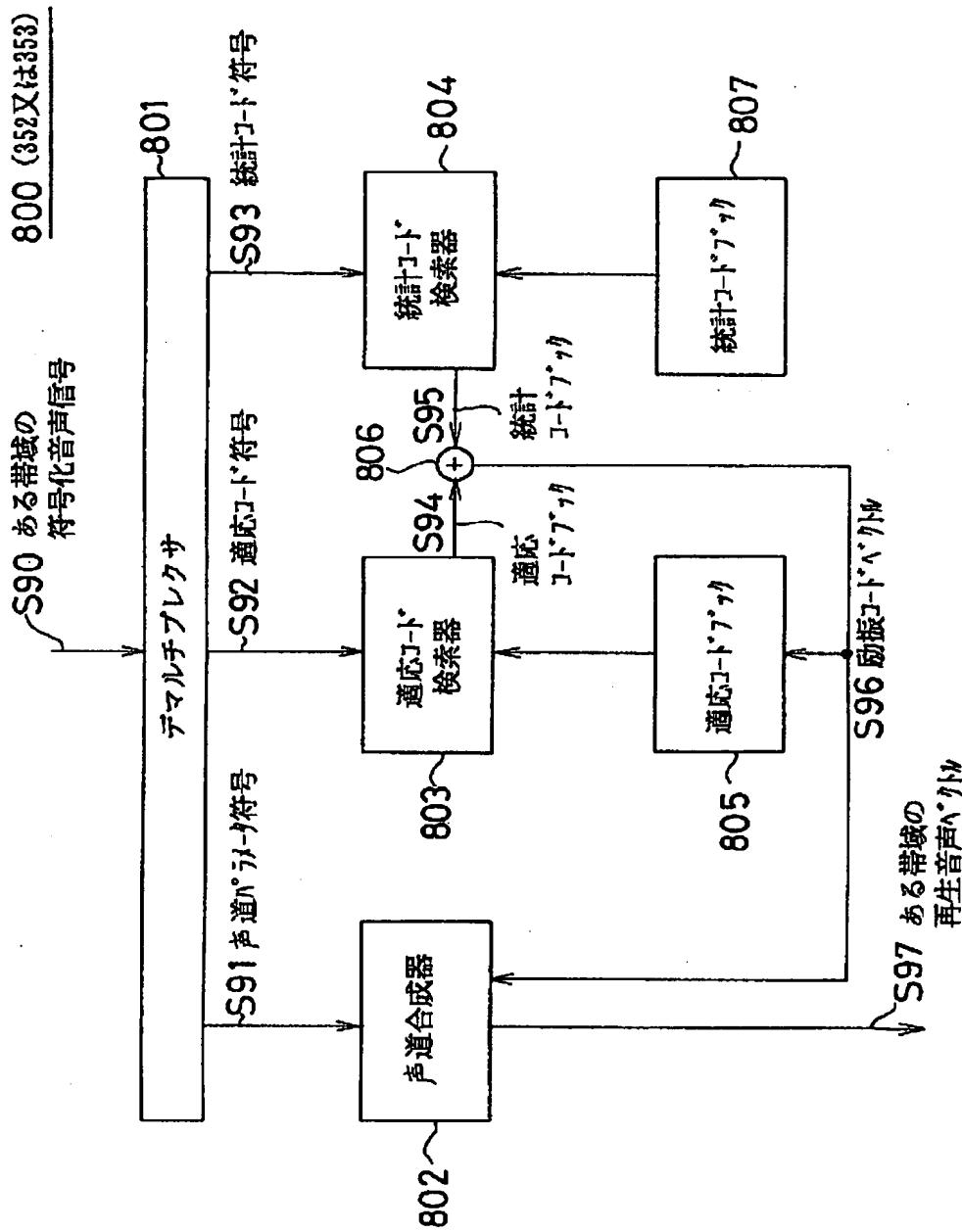
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

